



Certified translation from German into English

Hanau, July 06, 2000  
KS/Sö/eh p4071\_2.doc

## **Patent Application**

**Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG**

### **Method for the Manufacture of Rotationally Symmetrical Quartz Glass Crucibles and a Device for Implementation of the Method**

The invention concerns a method for the manufacture of rotationally symmetrical quartz glass crucibles where an electric arc is produced by means of an electrode arrangement, consisting of one or several anodes and one cathode, and thus a wall or a section of the wall of the rotating quartz glass crucible being heated. Moreover, the invention concerns a device for implementation of the method.

A method and a device of the said type are frequently used in practice due to their great economic efficiency. For this, a melting form which is made to rotate is partly filled with  $\text{SiO}_2$  grains, these being either natural or synthetic  $\text{SiO}_2$  grains. By means of a template, a preform of the later quartz glass crucible is made from the grains during rotation. Thereafter, an electric arc is ignited by means of the electrode arrangement and guided along in different levels on the rotating wall of the quartz glass crucible, whereby the quartz glass grains are molten to a glassy wall in the form of the quartz glass crucible. After cooling the quartz glass crucible, its final form is already created with the inside of the wall being glazed while – on the outside of the wall –  $\text{SiO}_2$  grains still adhere, which are abraded or sanded off in a subsequent process step. The outside is unglazed.

Such a method is also the subject of DE 197 10 672 A1 in which a layer-type structure with specific properties is made by additionally scattering in SiO<sub>2</sub> grains with other components.

-2-

It is of fundamental importance for the method that a specific rotational speed of the melting form is maintained, the speed being primarily defined by the geometric dimensions of the quartz glass crucible, because the resulting centrifugal forces keep the SiO<sub>2</sub> grains in the form preformed by means of the template. An insufficient rotational speed with correspondingly low centrifugal forces will result in the loose SiO<sub>2</sub> grains being unable to be kept in the desired position and partly sliding to the bottom in the melting form. In contrast, an excessive rotational speed will result in the bottom layer of the quartz glass crucible being displaced towards the outside, and breaking up in the process. Accordingly, the rotational speed is variable only to a very limited extent.

It proves to be disadvantageous that a sufficiently high and uniform heating of the wall, especially with large quartz crucibles, can only be reached by the electrode arrangement being run with great thermal output. However, on scattering the SiO<sub>2</sub> grains, evaporation phenomena and bubble formation may result which considerably deteriorate the quality of the final product. Moreover, the buildup rate of the inside layer is reduced (the result of major evaporations). Furthermore, partial heating of a section of the rotating wall causes a cooling-down phase equivalent to the duration of one full revolution until the section of the wall re-enters the heating zone whose duration – especially at low rotational speeds and large diameters of the quartz glass crucible – will result in great temperature variations and thus loss of quality.

In view of this background, the invention is based on the task of further developing a method of the type mentioned in the beginning such that – independent of the rotational speed of the rotating quartz glass crucible – the resulting temperature difference can be substantially reduced to be able to largely exclude, in particular, undesirable evaporations and bubble formation due to excess heating or cooling. Furthermore, a device for implementation of the method is to be provided.

The first task is met according to the invention by heating another section of the wall of the quartz glass crucible by at least one additional electrode arrangement. In this way, each individual electrode arrangement can be operated with reduced thermal

output. Accordingly, evaporation phenomena can be largely excluded, above all on scattering of the  $\text{SiO}_2$  grains. Additionally, this method in connection with a geometrically pre-defined rotational speed significantly reduces the duration of the cooling-down phase until re-entry of a respective section of the wall into a subsequent heating zone of the next electrode arrangement. Accordingly, the occurring differences in temperature are greatly reduced. Simultaneously, the thickness of an inside layer created by scattering the  $\text{SiO}_2$  grains can be increased, while the part of  $\text{SiO}_2$  grains now evaporating with a higher thermal output according to the state of the art will be available to a larger extent for buildup of the inside layer. Moreover, there is no longer the need to suck off the evaporating parts of  $\text{SiO}_2$  grains, so that the manufacturing process can be largely automated. Furthermore, this method shortens the duration of the manufacturing process, resulting in an improved utilization of the plant and thus an increase of economic efficiency.

An especially advantageous further development of the method is realized by heating via the electrode arrangement different sections which are at a distance from each other in the direction of the rotational axis of the quartz glass crucible. By means of the electrode arrangements provided for this purpose in a different vertical position, heat can be introduced over a large surface and the process duration can be shortened. At the same time, a more uniform heating of the quartz glass crucible with correspondingly improved quality is achieved.

The second task mentioned above, provision of a device for the manufacture of a rotationally symmetric quartz glass crucible through sectionally heating it by means of an electrode arrangement provided for the generation of an electric arc, comprising one or several anodes and one cathode, with the quartz glass crucible being rotatable around its axis of rotation, is met according to the invention by providing the device – in addition to the first electrode arrangement – with at least one additional electrode arrangement, consisting of one or several anodes and one cathode, which is inclined towards a section of the quartz glass crucible that faces away from the first electrode arrangement. In this way, the temperature of the quartz glass crucible can be kept at a comparatively high level independent of the rotational speed, so that

there occur significantly lower temperature differences. In this, a section of the surface – above all a wall or bottom section – heated by the electric arc of the first electrode arrangement will reach the heating zone of the electric arc of the second electrode arrangement already after insignificant change of the angle of rotation, which allows for operation of the individual electrode arrangements at a reduced thermal output. Because of the resulting reduction of evaporation phenomena, additional measures to suck off the evaporated particles are avoided, and the utilizable part of the scattered  $\text{SiO}_2$  grains is increased so that quick buildup of an inside layer of considerably greater layer thickness is achieved. Furthermore, the resulting inside layer is essentially free of bubbles, so that stricter quality requirements can be easily met. Simultaneously, the reject rate of the manufactured quartz glass crucibles and the duration of the manufacturing process are reduced, resulting in an improved economic efficiency of the manufacturing process. Moreover, this method allows for the manufacture of crucibles of considerably larger diameter than the prior art.

In an especially advantageous embodiment of the invention, the electrode arrangements are arranged at different positions which are at a distance from each other in direction of the rotational axis of the quartz glass crucible. Thus, large-surface heating is implemented for example through a part or the total height of the wall of the quartz glass crucible to achieve uniform heating. This results in an increase in quality and in a reduction of the duration of the manufacturing process, and thus the manufacturing costs.

It is also especially advantageous to allow for independent moving of the electrode arrangements. In this way, optimum adaptation to the various forms of the quartz glass crucible can be achieved by the correspondingly matched distance to the wall. In this way, the quality achievable with the arrangement can be further improved, and especially complicated forms of a quartz glass crucible other than simple pot or cylinder forms, also with larger diameters, can be manufactured without any design changes to the arrangement.

For this purpose, a further development according to the invention is especially advantageous in which the electrode arrangements are arranged uniformly distributed with regard to the circumference of the quartz glass crucible. In this way, the cooling period of a wall section between two subsequent heating zones of the various electrode arrangements, which is defined by the geometric dimensions and the resulting rotational speed of the quartz glass crucible, is kept constant, so that any undesirable temperature variations can be avoided. Therefore, this equipment of the device results in another increase in quality.

In another advantageous embodiment of the invention, at least one electrode arrangement is provided with a feed-in for  $\text{SiO}_2$  grains, while at least one other electrode arrangement is exclusively intended for heating. In this way, a simplification of the device and its control is realized, one electrode arrangement being used exclusively for heating a section of the wall, while  $\text{SiO}_2$  grains are additionally scattered into the electric arc of another electrode arrangement to build up an inside layer of the quartz glass crucible.

The invention provides for different embodiments. For further clarification of the basic principle, one embodiment is illustrated in the drawing and described in the following. The figure shows in a sectional side view a melting form 1 with a quartz glass crucible 2 inserted therein and being designed as a crucible. Above an opening 3 of the quartz glass crucible 2, there is positioned a device 5 equipped with a cooling body 4 in the form of a cooling plate, through which a first electrode arrangement 7 and another electrode arrangement 8 project into an interior space 6 of the quartz glass crucible 2. Each of such electrode arrangements 7, 8 – respectively equipped with one or several anodes 9 and one cathode 10 – after striking of an electric arc form one heating zone 11, 12 in the area of a wall 13 of the quartz glass crucible 2. In such heating zones 11, 12, one section 14, 15 of the wall 13 is heated, the heating period of each of the sections 14, 15 being defined by the rotational speed of the quartz glass crucible 2 rotating around a rotational axis 16. The rotational speed is in turn defined to a large degree primarily by the geometric dimensions of the quartz glass crucible 2, because the  $\text{SiO}_2$  grains – at first lying loosely against the quartz

glass crucible 2 and then forming the resulting quartz glass crucible 2 – is kept in a form pre-formed by a template exclusively by the centrifugal force occurring on rotation. Here, an excess rotational speed of the quartz glass crucible 2 above all in the area of the bottom 17 of the quartz glass crucible 2 will lead to an undesirable displacement of the  $\text{SiO}_2$  grains towards the outside, while an insufficient rotational speed will lead to the grains in the melting form 1 sliding to the bottom. By the provision of two electrode arrangements 7, 8, the duration of the cooling down-phase of one section 14, 15 between the subsequent heating zones 11, 12 is shortened, while the temperature different of the wall 13 is reduced. At the same time, the thermal output of each of the electrode arrangements 7, 8 can be reduced, so that there occurs only minor evaporation of components of the scattered  $\text{SiO}_2$ , resulting in a largely bubble-free final product.

**List of reference numbers:**

- 1 melting form
- 2 quartz glass crucible
- 3 opening
- 4 cooling body
- 5 device
- 6 interior space
- 7 electrode arrangement
- 8 electrode arrangement
- 9 anode
- 10 cathode
- 11 heating zone
- 12 heating zone
- 13 wall
- 14 section
- 15 section
- 16 rotational axis
- 17 bottom



### Claims

1. A method for the manufacture of rotationally symmetric quartz glass crucibles wherein an electric arc is produced by means of an electrode arrangement, thus a wall or a section of a wall of the simultaneously rotating quartz glass crucible being heated, **characterized in that** by at least one additional electrode arrangement, an additional section of the wall of the quartz glass crucible is heated.
2. A method according to Claim 1, **characterized in that** – due to the electrode arrangement – different sections are heated which are at a distance from each other in the direction of the rotational axis of the quartz glass crucible.
3. A device for the manufacture of a rotationally symmetrical quartz glass crucible through sectionally heating it by means of an electrode arrangement provided for the generation of an electric arc, comprising one or several anodes and one cathode, with the quartz glass crucible being rotatable around its axis of rotation, **characterized in that** the device (5) - in addition to the first electrode arrangement (7) – is provided with at least one additional electrode arrangement (8), consisting of one or several anodes (9) and one cathode (10), which is inclined towards a section (15) of the quartz glass crucible (2), such section facing away from the first electrode arrangement (7).
4. A device according to Claim 3, **characterized in that** the electrode arrangements (7, 8) are arranged in different positions which are at a distance from each other in the direction of the rotational axis (16) of the quartz glass crucible (2).
5. A device according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the electrode arrangements (7, 8) can be moved independently of each other.

6. A device according to at least one of the Claims 3 to 6, **characterized in that** the electrode arrangements (7, 8) are arranged uniformly distributed with regard to the circumference of the quartz glass crucible (2).
7. A device according to at least one of the Claims 3 to 6, **characterized in that** at least one electrode arrangement (7, 8) is provided with a feed-in for  $\text{SiO}_2$  grains, while at least one other electrode arrangement (7,8) is exclusively intended for heating.

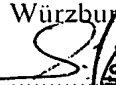
### Summary


In a device (5) for the manufacture of a quartz glass crucible (2), one section (14, 15) of a wall (13) of the rotating quartz glass crucible (2) is heated at one time by means of at least two electrode arrangements (7, 8) distributed uniformly at the circumference of the quartz glass crucible (2) and generating a first and another electric arc. By providing several electrode arrangements (7, 8), the cooling-down phase of the sections (14, 15) until their reaching the subsequent heating zone (11, 12) can be shortened, and thus an undesirable high temperature difference of the wall (13) can be avoided. Moreover, the required thermal output of each individual electrode arrangement (7, 8) can be reduced, so that evaporation phenomena and connected bubble formation can be reduced. In addition to the higher quality that can be reached in this way, the duration of the manufacturing process is reduced.

(one single Figure)

---

As duly appointed and sworn translator for the English language by the President of the Regional Court Würzburg, I certify that the foregoing is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the identical Original of the German document presented to me.

Würzburg, 31 July 2007  
  
Susanne Kolbert  
Unterdürrbacher Str. 349  
97080 Würzburg  
Sworn Translator



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## **Prioritätsbescheinigung DE 100 33 632.9 über die Einreichung einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 33 632.9

**Anmeldetag:** 11. Juli 2000

**Anmelder/Inhaber:** Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG,  
63450 Hanau/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer  
Quarzglastiegel und Vorrichtung zur Durchführung  
des Verfahrens

**IPC:** C 03 B 20/00, C 03 B 19/09

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe  
der Teile der am 11. Juli 2000 eingereichten Unterlagen dieser  
Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Kopier-  
verfahren bedingten Farbabweichungen.**

München, den 6. August 2007  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hintermeier

## **Patentanmeldung**

**Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG**

### **Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglastiegel und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglastiegel, bei dem ein Lichtbogen mittels einer Elektrodenanordnung erzeugt und so eine Wandung oder ein Abschnitt einer Wandung des hierbei rotierenden Quarzglastiegels erhitzt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung der genannten Art werden in der Praxis aufgrund ihrer hohen Wirtschaftlichkeit vielfach eingesetzt. Eine in Rotation versetzte Schmelzform wird hierzu teilweise mit einer  $\text{SiO}_2$ -Körnung gefüllt, wobei dies eine natürliche oder synthetische  $\text{SiO}_2$ -Körnung sein kann. Mit Hilfe einer Schablone wird während der Rotation aus der Körnung eine Vorform des späteren Quarzglastiegels erstellt. Danach wird mittels der Elektrodenanordnung ein Lichtbogen gezündet und in verschiedenen Ebenen an der rotierenden Wandung des Quarzglastiegels entlanggeführt, wobei die Quarzglaskörnung zu einer glasigen Wand in Form des Quarzglastiegels geschmolzen wird. Nach dem Abkühlen des Quarzglastiegels ist dessen endgültige Form bereits geschaffen, wobei die Innenseite der Wandung glasiert ist, während an der Außenseite der Wandung noch  $\text{SiO}_2$ -Körnung anhaftet, die einem nachfolgenden Arbeitsschritt abgerieben oder abgeschliffen wird. Die Außenseite ist unglasiert.

Ein solches Verfahren ist auch Gegenstand der DE 197 10 672 A1, bei dem zusätzlich durch Einstreuen von  $\text{SiO}_2$ -Körnung mit weiteren Bestandteilen ein schichtartiger Aufbau mit speziellen Eigenschaften hergestellt wird.

Von grundsätzlicher Bedeutung für das Verfahren ist die Einhaltung einer insbesondere durch die geometrischen Abmessungen des Quarzglastiegels bestimmten Drehzahl der Schmelzform, weil die hierbei auftretenden Fliehkräfte die  $\text{SiO}_2$ -Körnung in der mittels Schablone vorgeform-

ten Form halten. Dabei führt eine unzureichende Drehzahl mit entsprechend geringen Fliehkräften dazu, daß die lose  $\text{SiO}_2$ -Körnung nicht in der gewünschten Position gehalten werden kann und teilweise in der Schmelzform zu Boden rutscht. Im Gegensatz hierzu führt eine zu hohe Drehzahl dazu, daß die Bodenschicht des Quarzglasriegels nach außen verlagert wird und dabei aufreißt. Die Drehzahl ist demnach nur sehr eingeschränkt variabel.

Als nachteilig erweist sich dabei, daß eine ausreichend hohe und gleichmäßige Erhitzung der Wandung, insbesondere bei großen Quarzglasriegeln nur dadurch erreicht werden kann, daß die Elektrodenanordnung mit einer hohen Wärmeleistung betrieben wird. Dabei kann es jedoch beim Einstreuen von  $\text{SiO}_2$ -Körnung zu Verdampfungserscheinungen und Blasenbildung kommen, wodurch die Qualität des Endproduktes erheblich verschlechtert wird. Außerdem wird die Aufbaurate für die Innenschicht reduziert (Folge größere Verdampfungen). Weiterhin bedingt die partielle Erhitzung eines Abschnittes der rotierenden Wandung eine Abkühlphase entsprechend der Dauer einer vollen Umdrehung bis der Abschnitt der Wandung erneut in die Erhitzungszone eintritt, deren Dauer insbesondere bei geringen Drehzahlen und großen Durchmessern des Quarzglasriegels zu starken Temperaturschwankungen und damit zu Qualitätseinbußen führt.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der Eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß unabhängig von der Drehzahl des rotierenden Quarzglasriegels die auftretende Temperaturdifferenz wesentlich vermindert werden kann, um so insbesondere unerwünschte Verdampfungen und Blasenbildungen durch starke Erhitzung bzw. Abkühlung weitgehend ausschließen zu können. Weiterhin soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß durch zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ein weiterer Abschnitt der Wandung des Quarzglasriegels erwärmt wird. Hierdurch kann jede einzelne Elektrodenanordnung mit einer verminderten Wärmeleistung betrieben werden. Daher können Verdampfungserscheinungen, insbesondere beim Einstreuen der  $\text{SiO}_2$ -Körnung weitgehend ausgeschlossen werden. Zudem kann dadurch bei einer geometrisch vorbestimmten Drehzahl die Dauer der Abkühlungsphase, bis ein jeweiliger Abschnitt der Wandung erneut in eine nachfolgende Erhitzungszone der nächsten Elektrodenanordnung eintritt, deutlich verkürzt werden. Die auftretenden Temperaturdifferenzen werden somit erheblich verringert. Die Dicke einer durch das Einstreuen der  $\text{SiO}_2$ -Körnung erzeugten Innenschicht kann dabei zugleich erhöht werden, wobei zudem der bei höherer Wärmeleistung nach dem Stand der Technik verdampfende Anteil der  $\text{SiO}_2$ -Körnung zum Aufbau der Innen-

schicht mit einem größeren Anteil zur Verfügung steht. Dabei entfällt auch der zusätzliche Aufwand zum Absaugen der verdampfenden Bestandteile der  $\text{SiO}_2$ -Körnung, so daß eine weitgehende Automatisierung des Herstellungsverfahrens realisiert werden kann. Außerdem wird dabei auch die Dauer des Herstellungsverfahrens verkürzt, wodurch eine bessere Auslastung der Anlage und damit auch eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit verbunden ist.

Hierbei wird eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens dadurch erreicht, daß durch die Elektrodenanordnung verschiedene in Richtung der Rotationsachse des Quarzglasstieglers voneinander entfernte Abschnitte erhitzt werden. Durch die hierzu in einer unterschiedlichen vertikalen Position vorgesehenen Elektrodenanordnungen kann ein großflächiger Wärmeeintrag und damit eine Verkürzung der Verfahrensdauer erreicht werden. Zugleich wird dabei eine gleichmäßigere Erwärmung des Quarzglasstieglers mit einer entsprechend verbesserten Qualität erreicht.

Die zweite genannte Aufgabe, eine Vorrichtung zur Herstellung eines rotationssymmetrischen Quarzglasstieglers durch abschnittsweise Erwärmung mittels einer zur Erzeugung eines Lichtbogens vorgesehenen Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehreren Anoden und einer Kathode, zu schaffen, wobei der Quarzglasstieglers um seine Rotationsachse drehbar ist, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zusätzlich zu der ersten Elektrodenanordnung mit zumindest einer weiteren Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehreren Anoden und einer Kathode, ausgestattet ist, welche einem der ersten Elektrodenanordnung abgewandten Abschnitt des Quarzglasstieglers zugeneigt ist. Hierdurch kann die Temperatur des Quarzglasstieglers unabhängig von der Drehzahl auf einem vergleichsweise hohen Niveau gehalten werden, so daß die auftretenden Temperaturdifferenzen wesentlich geringer ausfallen. Dabei erreicht ein durch den Lichtbogen der ersten Elektrodenanordnung erhitzter Abschnitt der Oberfläche, insbesondere der Wandung oder der Bodenfläche, bereits nach einer geringen Drehwinkeländerung die Erhitzungszone des Lichtbogens der zweiten Elektrodenanordnung, wobei die einzelnen Elektrodenanordnungen mit einer verminderten Wärmeleistung betrieben werden können. Durch die damit verbundenen verminderten Verdampfungserscheinungen können einerseits zusätzliche Maßnahmen zum Absaugen der verdampften Bestandteile entfallen, andererseits erhöht sich der nutzbare Anteil der eingestreuten  $\text{SiO}_2$ -Körnung, so daß ein schneller Aufbau einer Innenschicht mit einer erheblich größeren Schichtdicke erreicht wird. Zudem entsteht eine im wesentlichen blasenfreie Innenschicht, wodurch höhere Qualitätsanforderungen problemlos realisierbar sind. Der Ausschußanteil des so geschaffenen Quarzglasstieglers und die Dauer des Herstellungsverfahrens wird zugleich vermindert, so daß eine verbesserte Wirtschaftlichkeit des Herstellungsverfahrens gegeben ist. Weiterhin können da-

durch auch wesentlich größere Tiegeldurchmesser hergestellt werden als dies nach dem Stand der Technik bisher möglich war.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gegeben, daß die Elektrodenanordnungen in verschiedenen, in Richtung der Rotationsachse des Quarzglastiegels voneinander beabstandeten Positionen angeordnet sind. Hierdurch kann eine großflächige Erwärmung beispielsweise über einen Teil oder die Gesamthöhe der Wandung des Quarzglastiegels erfolgen, um so eine gleichmäßige Erwärmung zu erreichen. Neben einer Qualitätssteigerung wird dabei auch die erforderliche Dauer des Herstellungsverfahrens, und dadurch der Herstellungsaufwand vermindert.

Dabei ist es auch besonders günstig, wenn die Elektrodenanordnungen voneinander unabhängig verfahrbar sind. Hierdurch kann eine optimale Anpassung an unterschiedliche Formen des Quarzglastiegels durch einen entsprechend abgestimmten Abstand zu der Wandung erfolgen. Daher kann die mit der Vorrichtung erreichbare Qualität weiter verbessert werden, wobei insbesondere auch aufwendige, von einer einfachen Topf- oder Zylinderform abweichende Formen eines Quarzglastiegels mit beispielsweise auch größeren Durchmessern ohne konstruktive Änderungen an der Vorrichtung herstellbar sind.

Hierzu ist eine Weiterbildung der Erfindung besonders gut geeignet, bei der die Elektrodenanordnungen bezüglich des Umfanges des Quarzglastiegels gleich verteilt angeordnet sind. Die durch die geometrischen Abmessungen einschließlich der daraus resultierenden Drehzahl des Quarzglastiegels bestimmte Abkühlungsdauer eines Abschnittes der Wandung zwischen zwei aufeinander folgenden Erhitzungszonen der verschiedenen Elektrodenanordnungen ist dadurch konstant, so daß eine unerwünschte Temperaturschwankung verhindert werden kann. Die so ausgestattete Vorrichtung führt dadurch zu einer weiteren Steigerung der Qualität.

Dabei ist eine andere vorteilhafte Abwandlung der Erfindung dadurch gegeben, daß zumindest eine Elektrodenanordnung mit einer Zuführung für  $\text{SiO}_2$ -Körnung versehen ist, während zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ausschließlich zur Erhitzung vorgesehen ist. Hierdurch wird eine Vereinfachung der Vorrichtung und deren Steuerung erreicht, wobei eine Elektrodenanordnung ausschließlich zur Erhitzung eines Abschnittes der Wandung verwendet wird, während in den Lichtbogen einer weiteren Elektrodenanordnung zusätzlich  $\text{SiO}_2$ -Körnung eingestreut wird und so eine Innenschicht des Quarzglastiegels aufgebaut wird.

Die Erfindung läßt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in einer seitlichen Schnittdarstellung eine Schmelzform 1 mit einem darin einge-



setzten und als Tiegel ausgeführten Quarzglasiegel 2. Oberhalb einer Öffnung 3 des Quarzglasiegels 2 ist eine mit einem als Kühlplatte ausgeführten Kühlkörper 4 ausgestattete Vorrichtung 5 positioniert, durch die eine erste Elektrodenanordnung 7 und eine weitere Elektrodenanordnung 8 in einen Innenraum 6 des Quarzglasiegels 2 hineinragt. Diese jeweils mit einer oder mehreren Anoden 9 und einer Kathode 10 ausgestatteten Elektrodenanordnung 7, 8 bilden nach dem Zünden eines Lichtbogens jeweils eine Erhitzungszone 11, 12 im Bereich einer Wandung 13 des Quarzglasiegels 2. In diesen Erhitzungszonen 11, 12 wird jeweils ein Abschnitt 14, 15 der Wandung 13 erhitzt, wobei die Erhitzungsdauer eines jeweiligen Abschnittes 14, 15 durch die Drehzahl des hierbei um eine Rotationsachse 16 rotierenden Quarzglasiegels 2 bestimmt ist. Die Drehzahl ist ihrerseits insbesondere durch die Geometrie des Quarzglasiegels 2 weitgehend festgelegt, weil das zunächst ungebunden gegen die Schmelzform 1 anliegende und den späteren Quarzglasiegel 2 bildende  $\text{SiO}_2$ -Körnung ausschließlich durch die Fliehkraft bei der Rotation in einer durch eine Schablone vorgeformten Form gehalten wird. Dabei führt eine zu hohe Drehzahl des Quarzglasiegels 2 insbesondere im Bereich eines Bodens 17 des Quarzglasiegels 2 zu einer unerwünschten nach außen gerichteten Verlagerung der  $\text{SiO}_2$ -Körnung, während demgegenüber eine zu geringe Drehzahl zu einem Abgleiten der Körnung in der Schmelzform 1 nach unten führt. Durch die Verwendung von zwei Elektrodenanordnungen 7, 8 wird daher die Dauer der Abkühlphase eines Abschnittes 14, 15 zwischen den jeweils aufeinander folgenden Erhitzungszonen 11, 12 verkürzt und daher die Temperaturdifferenz der Wandung 13 verringert. Zugleich kann dabei die Wärmeleistung jeder einzelnen Elektrodenanordnung 7, 8 verringert werden, so daß auftretende Verdampfungen von Bestandteilen der eingestreuten  $\text{SiO}_2$ -Körnung in lediglich geringem Umfang auftreten und so ein weitgehend blasenfreies Endprodukt entsteht.

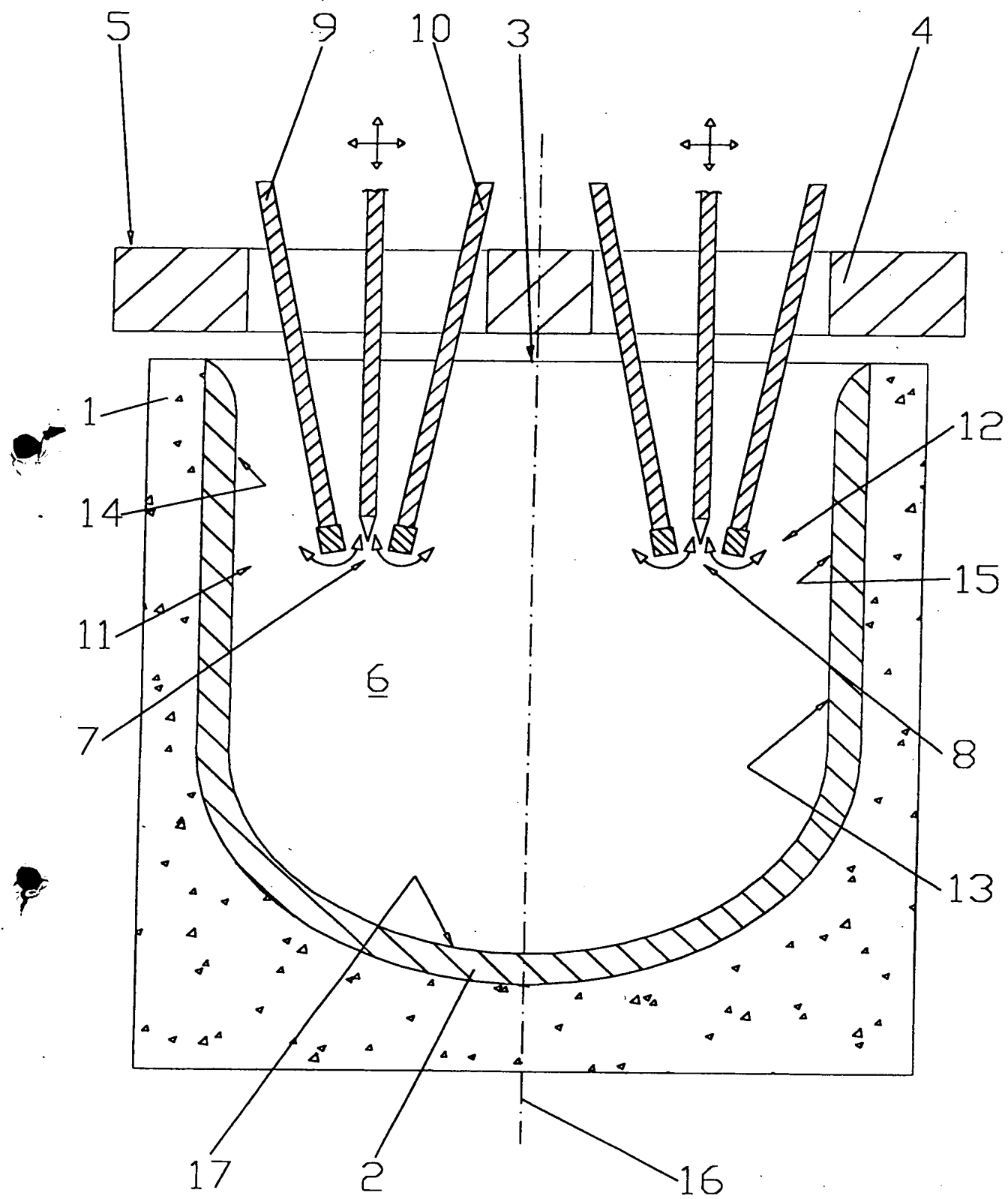
### Bezugszeichenliste

1	Schmelzform
2	Quarzglastiegel
3	Öffnung
4	Kühlkörper
5	Vorrichtung
6	Innenraum
7	Elektrodenanordnung
8	Elektrodenanordnung
9	Anode
10	Kathode
11	Erhitzungszone
12	Erhitzungszone
13	Wandung
14	Abschnitt
15	Abschnitt
16	Rotationsachse
17	Boden

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglasriegel, bei dem ein Lichtbogen mittels einer Elektrodenanordnung erzeugt und so eine Wandung oder ein Abschnitt einer Wandung des hierbei rotierenden Quarzglas-riegels erhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ein weiterer Abschnitt der Wandung des Quarzglasriegels erwärmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Elektrodenanordnung verschiedene in Richtung der Rotationsachse des Quarzglasriegels voneinander beabstandete Abschnitte erhitzt werden.
3. Vorrichtung zur Herstellung eines rotationssymmetrischen Quarzglasriegels durch abschnittsweise Erwärmung mittels einer zur Erzeugung eines Lichtbogens vorgesehenen Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehreren Anoden und einer Kathode, wobei der Quarzglasriegel um seine Rotationsachse drehbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung (5) zusätzlich zu der ersten Elektrodenanordnung (7) mit zumindest einer weiteren Elektrodenanordnung (8), bestehend aus einer oder mehrerer Anoden (9) und einer Kathode (10), ausgestattet ist, welche einem der ersten Elektrodenanordnung (7) abgewandten Abschnitt (15) des Quarzglasriegels (2) zugeneigt ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) in verschiedenen, in Richtung der Rotationsachse (16) des Quarzglasriegels (2) voneinander beabstandeten Positionen angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) voneinander unabhängig verfahrbar sind.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) bezüglich des Umfangs des Quarzglasriegels (2) gleich verteilt angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Elektrodenanordnung (7, 8) mit einer Zuführung für  $\text{SiO}_2$ -Körnung versehen ist, während zumindest eine weitere Elektrodenanordnung (7, 8) ausschließlich zur Erhitzung vorgesehen ist.



## **Zusammenfassung**

Bei einer Vorrichtung (5) zur Herstellung eines Quarzglastiegels (2) wird durch zumindest zwei am Umfang des Quarzglastiegels (2) gleich verteilte Elektrodenanordnungen (7, 8) jeweils ein Abschnitt (14, 15) einer Wandung (13) des hierbei rotierenden Quarzglastiegels (2) erhitzt.

Durch den Einsatz mehrerer Elektrodenanordnungen (7, 8) kann die Abkühlphase der Abschnitte (14, 15) bis zum Erreichen der nachfolgenden Erhitzungszone (11, 12) verkürzt und dadurch eine unerwünscht hohe Temperaturdifferenz der Wandung (13) verhindert werden. Zugleich kann die erforderliche Wärmeleistung jeder einzelnen Elektrodenanordnung (7, 8) verringert werden, so daß Verdampfungserscheinungen und die dabei auftretende Blasenbildung verringert werden. Neben den damit erreichbaren erhöhten Qualitätsanforderungen wird zugleich auch die Dauer des Herstellungsverfahrens verkürzt.

(einzige Figur)